

**Taiz University**  
**Al Saeed Faculty for Engineering &  
Information Technology**  
**CND & COM departments**



# ATM Network

# Outlines

- Overview
- History
- ATM and B-ISDN Relationship
- Asynchronous and synchronous transfer
- Design Goals
- Features of ATM
- ATM standards

# Outlines

- ATM protocol model
  - ATM adaptation layer
  - ATM Layer
  - Physical Layer
- ATM cell Header
- Virtual connections
- ATM switching
- ATM service categories

# Overview

- ✓ تقنية شبكة واسعة النطاق تعتمد على السرعة العالية والموثوقية لخطوط النقل الحديثة، وخاصة الخطوط البصرية، تستخدم تقنية تبديل الخلية cell switching عالي السرعة.
- ✓ تعتبر الخلية Cell إطار قصير ثابت الطول fixed length، وهذا مكن من تقليص بعض الحقول اللازم اضافتها لكل إطار لتحديد حجمه لأن حجم الخلية ثابت ومعروف، وهذا بدوره قلل من زمن المعالجة اللازم للخلايا وزاد من سرعة نقل الخلايا.
- ✓ تشبه ATM شبكة Frame Relay من حيث إنشاء اتصالات افتراضية متعددة عبر رابط مادي واحد أو أكثر.
- ✓ تسمح ATM بسرعات نقل عالية:
- 2.5 Gb/s, 622.08 Mb/s, 155.52 Mb/s, 51.84 Mb/s, 25.6 Mb/s وتصل الي 10 Gb/s.
- ✓ تختلف ATM عن Frame Relay من حيث أنها لا تحتوي على نظام متطور للأشعار بالازدحام ولكنها تعتمد بشكل أكبر على تجنب الازدحام مقدماً من خلال إدارة حركة المرور.
- ✓ الهدف الرئيسي من تطوير ATM هو توفير شبكة واحدة متعددة الوسائط عريضة النطاق لدعم جميع أنواع الخدمات التي يحتاجها المستخدمين سواء كانت صوتية أو بيانات أو فيديو.

# Overview

- ✓ تقنية ATM هي أكثر تقنيات الشبكات الواسعة النطاق المستخدمة في نواة Core غالبية أكبر شبكات البيانات في العالم وكانت مساهماً هاماً في الدافع نحو تقارب البيانات والصوت.
- ✓ عبارة عن تقنية قائمة على تبديل الخلية تعتمد على الاتصالات الموجهة -connection-oriented وتستخدم خلايا ذات 53 بايت لنقل المعلومات.
- ✓ كما يوحي الاسم، لا تقوم ATM بنقل الخلايا بشكل غير متزامن.
- ✓ تنتقل خلايا ATM بشكل مستمر ومتزامن، دون انقطاع بين الخلايا. عندما لا يتم إرسال معلومات المستخدم، يتم إرسال خلايا فارغة أو خاملة بدلاً من ذلك.
- ✓ تأتي الطبيعة غير المتزامنة لـ ATM من الوقت غير المحدد الذي قد تبدأ فيه وحدة المعلومات التالية للاتصال المنطقي. قد يتم إعطاء الوقت الذي لا يستخدمه اتصال منطقي واحد للاتصالات الأخرى أو يتم ملؤه بخلايا خاملة. هذا يعني أن الخلايا لأي اتصال معين تصل بشكل غير متزامن.
- ✓ يسهل حجم الخلية الصغيرة والثابتة: تنفيذ الأجهزة بشكل أبسط، واستخدام الذاكرة الفعال للتخزين المؤقت، والنقل الفعال للمعلومات ذات معدل البت الثابت والمنخفض مثل الصوت.
- ✓ تم تطويرها من قبل منتدى ATM واعتمادها من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات ITU.

# History

- **تقليدياً: تم تصميم شبكات مخصصة لخدمات مخصصة مختلفة**
  - ✓ - على سبيل المثال: الهاتف والبيانات وشبكات البث
- **ظهرت الحاجة إلى دمج جميع الخدمات في شبكة واحدة واسعة الانتشار**
  - ✓ - "سياسة واحدة، نظام واحد، خدمة شاملة"
  - ✓ - أوائل الثمانينيات: بدأت الأبحاث حول تقنيات التبديل السريع للحزم
- **تطوير الشبكة الرقمية للخدمات المتكاملة عريضة النطاق B-ISDN**
  - ✓ - ١٩٨٥: بدأت مواصفات B-ISDN بواسطة مجموعة الدراسة SGXVIII التابعة لـ CCITT
  - ✓ - ١٩٨٨: الموافقة على التوصية B-ISDN الأولى (I.121) من قبل CCITT
- **طريقة التنفيذ المختارة ATM**
  - ✓ - ١٩٩٠: اختيار ATM أسلوب التبديل النهائي لـ B-ISDN بواسطة CCITT
  - ✓ - ١٩٩١: تأسيس منتدى ATM
  - ✓ لتسريع تطوير معايير ATM
  - ✓ لتلبية احتياجات "عالم الكمبيوتر"

# ATM and B-ISDN Relationship

➤ ATM هي التقنية الأساسية للنطاق العريض - ISDN

➤ B-ISDN هو عالم الخدمات التي أصبحت ممكنة باستخدام تقنية ATM



***VOICE***



***DATA***



***VIDEO***

# Asynchronous and synchronous transfer

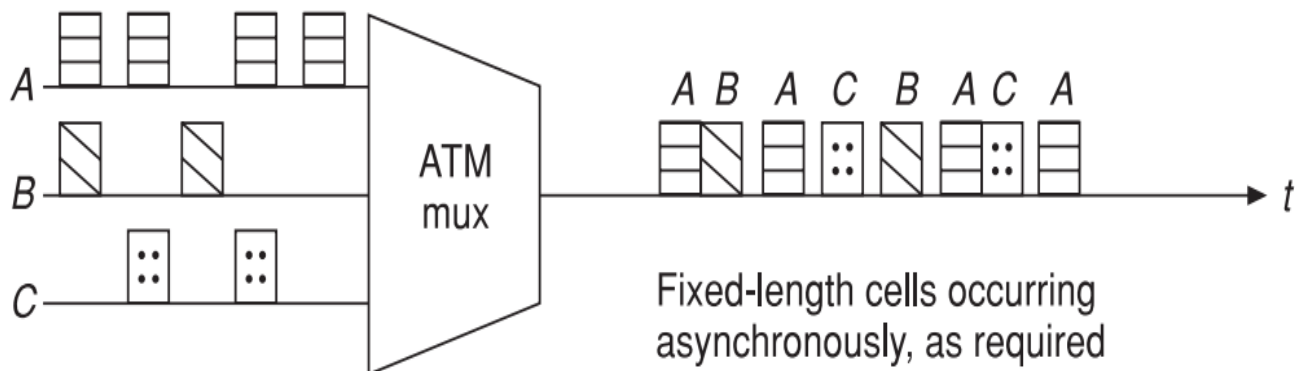
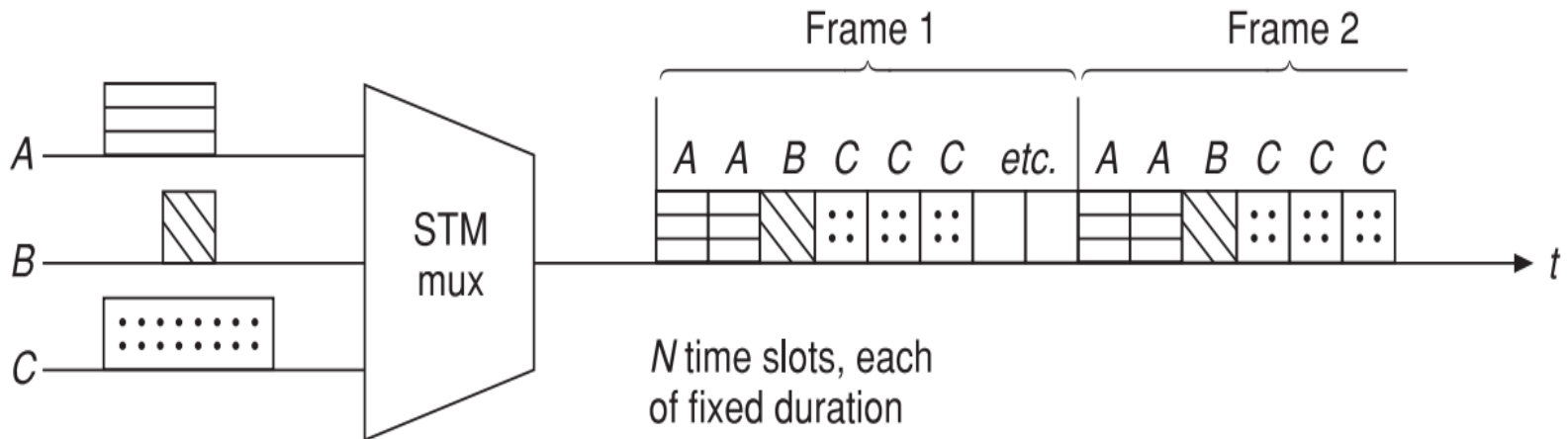
نظام الارسال غير المتزامن ATM	نظام الارسال المتزامن STM
يقوم المستخدمون بإنشاء الخلايا كما هو مطلوب دون الحاجة إلى الإرسال في حالة عدم وجود معلومات.	يرتبط كل تدفق بيانات بشريحة زمنية time slot.
تصل الخلايا إلى معدد إرسال ويتم نقلها بترتيب وصولها ومن ثم تحدث بشكل غير متزامن.	إذا لم يكن هناك إدخال معين إلى معدد إرسال STM يحتوي على معلومات لإرساله، فلا يزال لديه شريحة من عرض النطاق الترددي متاح باستمرار له، لأن عدد الفترات الزمنية المخصصة لكل مدخل ثابت وتحدث بشكل متكرر.
تحتوي الخلايا على 48 بايت من بيانات المستخدم ورأس 5 بايت كما هو موضح في الشكل التالي.	
لا يوجد Trailer في خلية ATM كما هو معتاد في البروتوكولات القائمة على الإطارات مثل X.25 أو Frame Relay.	

## ATM Cell

Header	Information
5 bytes	48 bytes



# Comparison of ATM and STM transmission



# Design Goals

أهداف تصميم شبكة ATM:

١. رفع معدلات نقل البيانات من خلال:

- تقدم خطوط الألياف الضوئية عرض نطاق ترددي كبير يسمح بنقل كميات هائلة من البيانات بسرعات عالية، ويجب ان يتم استغلال هذا النطاق (تحسين استخدام وسائط النقل).

- وسائط ومعدات الإرسال الحديثة أقل عرضة بشكل كبير للضوضاء.

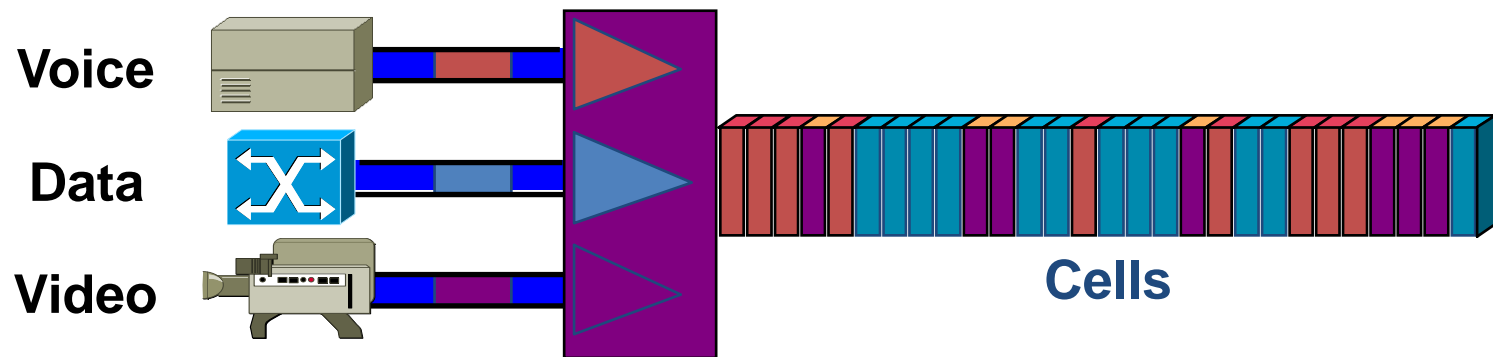
٢. التفاعل مع الأنظمة الحالية وتوفير اتصالاً بينياً واسع النطاق فيما بينها دون التقليل من فعاليتها أو الحاجة الي استبدالها.

٣. تنفيذ التصميم بشكل غير مكلف حتى لا تكون التكلفة عائقاً أمام اعتماده. حيث ان شبكة ATM تعتبر العمود الفقري للاتصالات الدولية، لذلك فيجب أن تكون متاحة بتكلفة منخفضة لكل مستخدم يريدها.

## Design Goals

٤. يجب أن يكون النظام الجديد قادرًا على العمل مع التسلسلات الهرمية للاتصالات القائمة ودعمها (الخطوط المحلية، ومقدمو الخدمات المحليون، وشركات النقل لمسافات طويلة، الخ).
٥. يجب أن يكون النظام الجديد موجهًا للاتصال - connection-oriented لضمان التسليم الدقيق والمتوقع.
٦. يتمثل أحد الأهداف في نقل أكبر عدد ممكن من الوظائف إلى الأجهزة (للسرعة) وإزالة أكبر عدد ممكن من وظائف البرامج (مرة أخرى للسرعة).

# Features of ATM



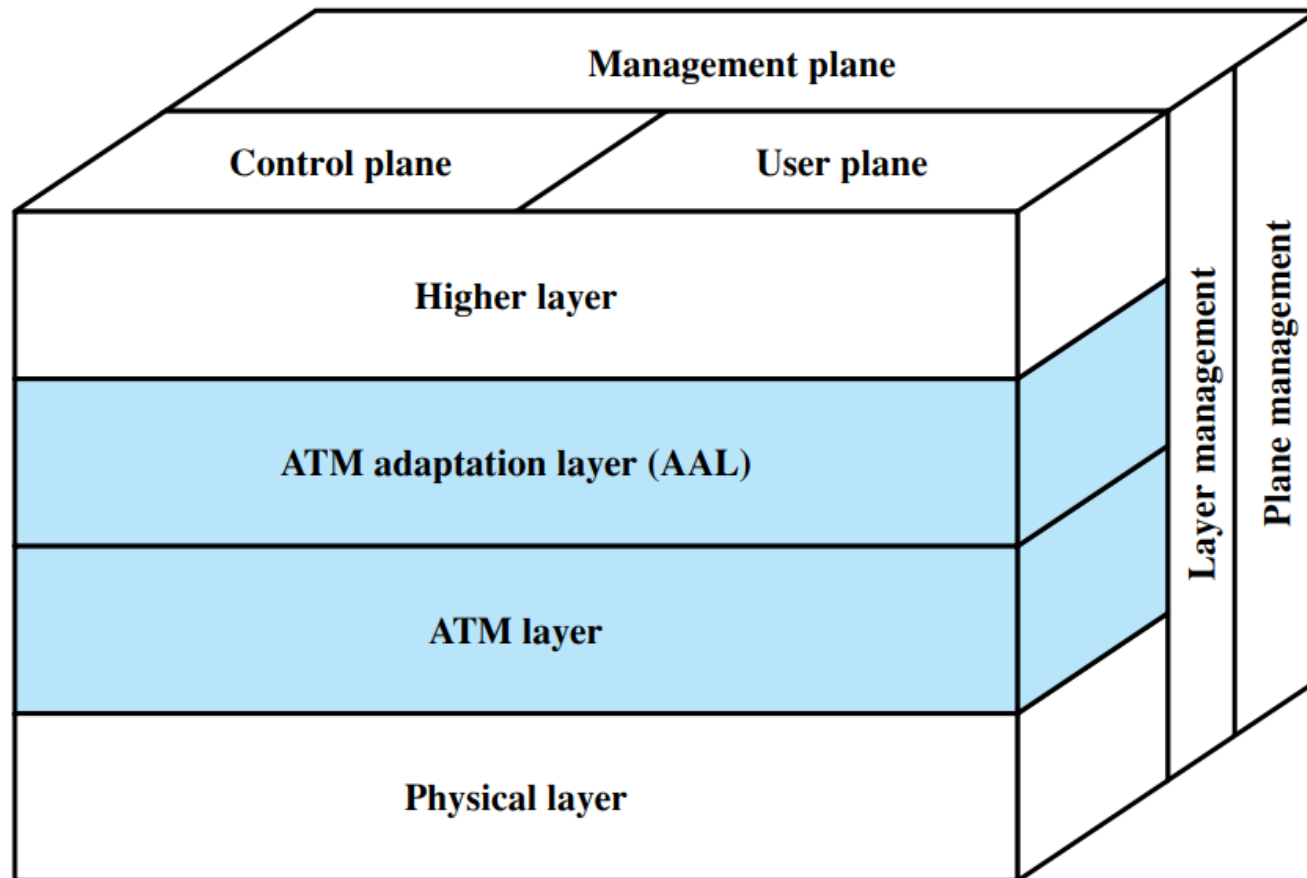
- ❑ Connection oriented
- ❑ Fast packet switching
- ❑ Statistical multiplexer
- ❑ Supports voice, data and video service
- ❑ Provides QoS

# ATM standards

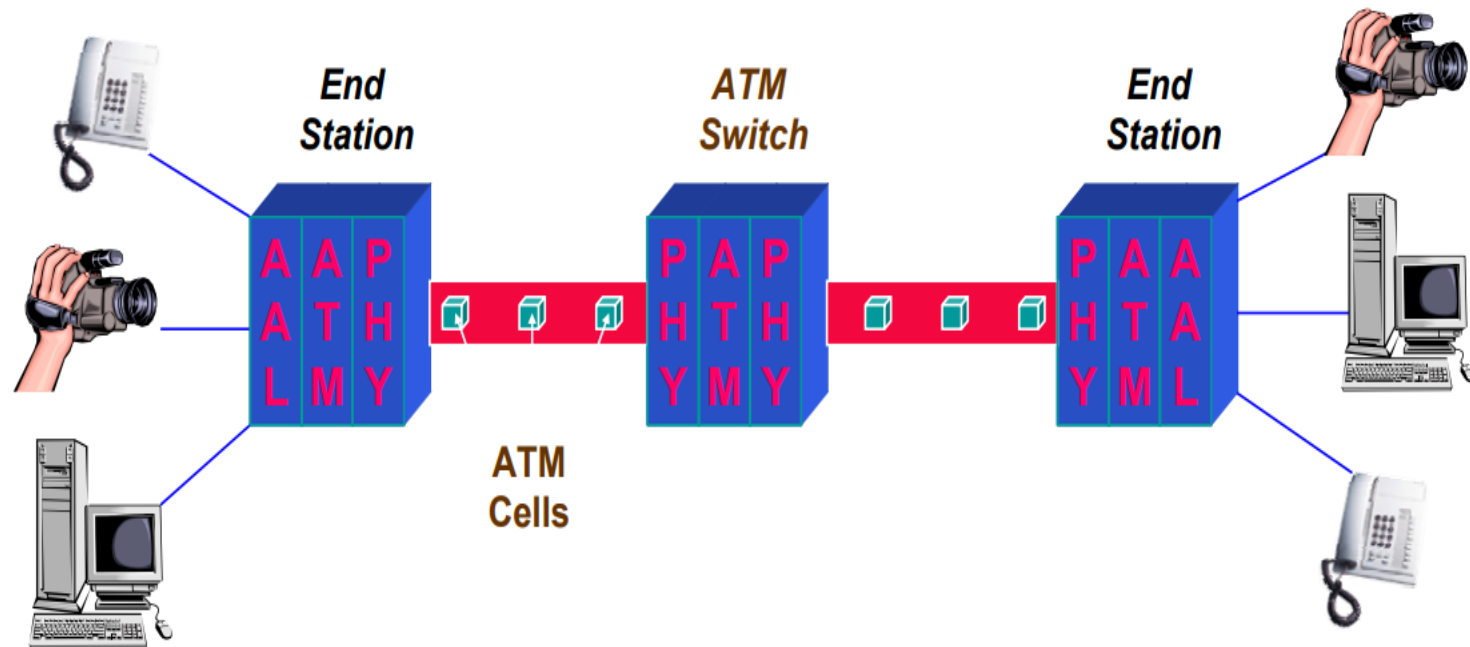
Description	I-series
تحدد الخصائص الوظيفية ل ATM وتتعامل مع تعدد إرسال الخلايا والتبديل (باستخدام تقنيات تبديل الخلايا) وجودة خدمة الإرسال الخلوي وأنواع الحمولة النافعة.	I.150
تحدد نموذج بروتوكول ATM.	I.321
تحدد مواصفة طبقة ATM لنموذج البروتوكول. تحدد هذه التوصية بنية خلية ATM.	I.361
تحدد التوصية الوصف الوظيفي لطبقة تكييف (AAL) ATM وتشير إلى فئات الخدمة المختلفة.	I.362
تتعامل التوصية مع مواصفات طبقة تكييف ATM أكثر تفصيلاً والتي تصف التفاعل بين طبقة AAL والطبقة أعلاه وطبقة ATM أدناه.	I.363
تحدد التوصيتان واجهة شبكة مستخدم ATM.	I.413، I.432
تحدد مبادئ تشغيل وصيانة B-ISDN.	I.610
تحدد التوصية التأشير في كل من UNI و NNI وهي امتداد لـ Q.931 المستخدمة في ISDN. وتتمثل الوظيفة الرئيسية لهذه الإشارة في إعداد (SVCs) و PVCs الناعمة من خلال شبكة ATM.	Q.2931
تحدد التوصيات العلاقة بين التأشير وطبقة تكييف ATM.	Q.2100, Q.2110 and Q.2130

# ATM protocol model

✓ يوضح الشكل التالي بنية نموذج ATM:



# Functions of ATM Model



- **طبقة تكيف (AAL) ATM:** إدراج / استخراج المعلومات في حمولة 48 بايت
- **طبقة ATM:** تضيف / تزيل رأس 5 بايت إلى الحمولة
- **الطبقة المادية:** تحويل الخلية إلى تنسيق كهربائي أو بصري مناسب

# Functions of Higher Layers

## الطبقة العليا Higher layer:

يمكن أن تكون بروتوكولات الطبقة العليا معايير فيديو مثل MPEG أو IP أو Frame Relay.

## Three separate planes

يشتمل النموذج المرجعي للبروتوكول على ثلاثة مستويات منفصلة:

- **مستوى المستخدم User plane:** يوفر نقل معلومات المستخدم جنبًا إلى جنب مع عناصر التحكم المرتبطة (التحكم في التدفق والتحكم في الأخطاء).
- **مستوى التحكم Control plane:** يؤدي وظائف التحكم في المكالمات والتحكم في الاتصال.
- **مستوى الإدارة Management plane:** يشمل إدارة المستوى التي تؤدي وظائف الإدارة المتعلقة بالنظام ككل وتوفر التنسيق بين جميع المستويات وإدارة الطبقة التي تؤدي وظائف الإدارة المتعلقة بالموارد والمعلومات الموجودة في كيانات البروتوكول الخاصة بها.



# ATM adaptation Layer (AAL)

# ATM adaptation Layer (AAL)

## طبقة التكيف AAL - ATM adaptation layer:

- ✓ تعتمد على نوع الخدمة.
- ✓ يتطلب استخدام ATM الحاجة إلى طبقة تكيف لدعم بروتوكولات نقل المعلومات التي لا تتوافق مع شبكة ATM.
- ✓ تقوم طبقة التكيف AAL بتعيين معلومات الطبقة العليا في خلايا ATM ليتم نقلها عبر شبكة ATM، ثم تجمع المعلومات من خلايا ATM لتسليمها إلى الطبقات الأعلى.

## تنقسم طبقة التكيف AAL إلى طبقتين فرعيتين:

- طبقة الاندماج الفرعية Convergence sublayer: والتي تسمح لأنواع مختلفة من حركة المرور مثل البيانات والفيديو بالاندماج في شبكة ATM.
- طبقة التجزئة وإعادة التجميع الفرعية Segmentation and reassembly sublayer: والتي تقوم بتقسيم كتل أكبر من البيانات إلى خلايا ATM وإعادة تجميعها عند جهاز الاستقبال.

# ATM adaptation Layer (AAL)

- تصنف معايير ATM الأنواع المختلفة من خدمات المستخدم النهائية إلى أربع فئات من الخدمة، وذلك لكي تتمكن من العمل مع بروتوكولات الطبقة العليا والتكيف بينها مثل الصوت وبروتوكول الإنترنت IP.
- تتميز هذه الخدمات بثلاث خصائص:
  ١. ما إذا كان النقل موجهًا للاتصال Connection oriented أو بدون اتصال Connectionless
  ٢. ما إذا كانت الحركة تنتقل بمعدل بتات ثابت (cbr) أو معدل بتات متغير (vbr)
  ٣. اشتراط التوقيت بين المصدر والوجهة
- يوضح الجدول التالي فئات الخدمة الأربعة مع خصائص كل منها.

Table 13.1 Class of service characteristics.

	Class A	Class B	Class C	Class D
Bit rate	Constant	Variable	Variable	Variable
Connection mode	Connection oriented	Connection oriented	Connection oriented	Connectionless
Timing relationship required	Yes	Yes	No	No

# ATM adaptation Layer (AAL)

## ■ الفئة Class A:

مناسبة لنقل الفيديو بمعدل بتات ثابت وللتوصيلات بين معدات شبكة PDH.

## ■ الفئة Class B:

توفر (في الوقت الفعلي) حركة مرور صوت وفيديو VBR مثل مؤتمرات الفيديو.

تتطلب كلتا فئتي الخدمة هاتين A و B علاقة توقيت دقيقة بين المصدر والوجهة لضمان أن يظل التأخير في وقت الإرسال الفردي للخلية عبر الشبكة ثابتًا بشكل ملحوظ.

## ■ الفئتان Class C و Class D:

مناسبتين لحركة المرور الناشئة عن تطبيقات نقل البيانات التي تستخدم بروتوكولات موجهة للاتصال.

# ATM adaptation Layer (AAL)

## *Protocols*

- في البداية اقترح ITU نوع بروتوكول تكيف واحد لكل فئة من فئات الخدمة وقام بترقيمها من 1 إلى 4.
- لاحقا وجدوا انه لا توجد حاجة للتمييز بين حركة البيانات الموجهة نحو الاتصال وغير الموجهة الاتصال وتم استبدال بروتوكولي طبقة التكيف AAL 3, 4 بروتوكول ابسط AAL5.

# ATM adaptation Layer (AAL)

## AAL1

- يدعم بروتوكول AAL1 التطبيقات التي تنقل المعلومات بمعدلات بت ثابتة، مثل الفيديو والصوت.
- يسمح ATM بتوصيل شبكات الهاتف الرقمية الحالية مثل القنوات الصوتية وخطوط T.
- مكونات إطار بروتوكول AAL1:
  - ✓ حقل الحمولة Payload
  - ✓ حقل Header

# ATM adaptation Layer (AAL)

## AAL1

✓ مكونات إطار بروتوكول AAL1:

✓ حقل الحمولة: يتكون من 47 أو 46 بايت، وهي بيانات المستخدم الفعلية.

✓ حقل Header: يتكون من 1 أو 2 بايت تضاف لحقل الحمولة كما هو موضح في الشكل التالي.

✓ يتكون حقل Header من الحقول التالية:

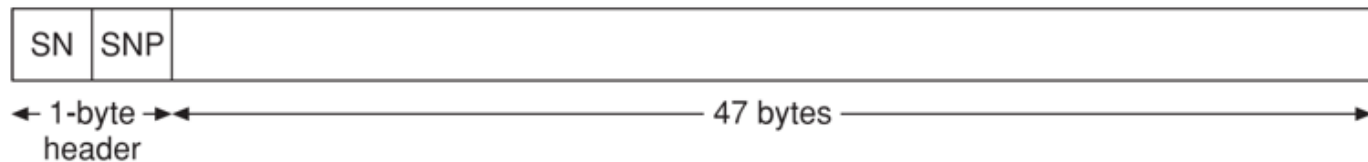
✓ رقم تسلسلي (SN) sequence number: مكون من 4 بتات.

✓ حماية رقم التسلسل (SNP) sequence number protection: وهو فحص تكرار دوري قصير مكون من 4 بت يتحقق من رقم التسلسل بحثًا عن الأخطاء.

# ATM adaptation Layer (AAL)

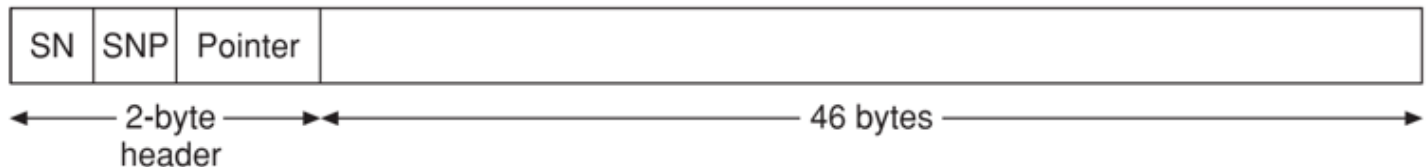
## AAL1

✓ إذا كان لحركة مرور معدل البت الثابت بنية إطار (فيديو، على سبيل المثال)، فسيتم تكييفها في خلايا ذات حمولات 47 بايت.



✓ تُستخدم خلايا الحمولة 46 بايت فقط إذا كان يلزم الاحتفاظ بهيكل إطار يحتوي على فترات زمنية، على سبيل المثال عند توصيل جهاز PDH.

✓ عادةً ما يتم إرسال خلية حمولة 46 بايت كل خلية ثامنة، وهي بايت Header إضافية في هذه الخلية تحتوي على مؤشر Pointer يستخدم لتتبع بنية الإطار.





# ATM adaptation Layer (AAL)

## AAL2

- يستخدم بروتوكول AAL2 لنقل حركة المرور في الوقت الفعلي (أو حركة مرور معدل البت الثابت) مما يتطلب معالجة أكثر دقة، عادةً الفيديو والصوت المضغوط.
- يتم استخدامه الآن لحركة المرور ذات معدل البت المنخفض وحركة مرور الإطار القصير مثل الصوت (مضغوط أو غير مضغوط) أو الفيديو أو الفاكس. من الأمثلة على استخدامه في الهاتف المحمول. يسمح بتعدد إرسال الإطارات القصيرة في خلية واحدة. يوضح الشكل عملية تغليف إطار قصير من نفس المصدر (نفس مستخدم الهاتف المحمول) أو من عدة مصادر (العديد من الهواتف المحمولة) في خلية واحدة.

# ATM adaptation Layer (AAL)

## AAL2

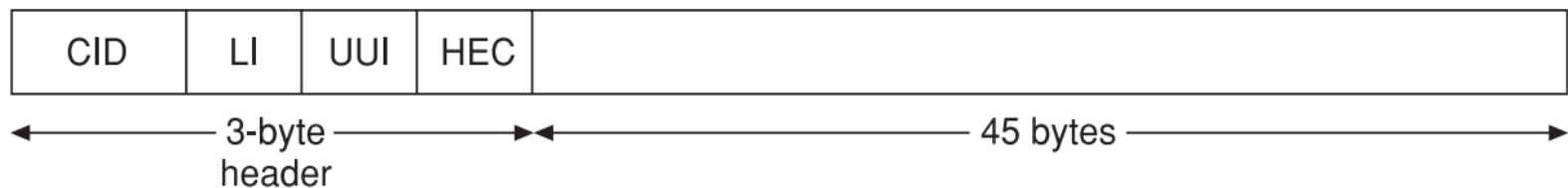
■ يتكون من خمسة حقول:

✓ **معرف القناة CID - Channel ID:** يحدد هذا الحقل المكون من 8 بتات قناة (مستخدم) الحزمة القصيرة.

✓ **مؤشر الطول (Length Indicator- LI):** حقل مكون من 6 بتات يشير إلى مقدار البيانات في الحزمة النهائية.

✓ **مؤشر واجهة المستخدم إلى المستخدم (UUI):** يستخدم حقل UUI بواسطة المستخدمين النهائيين.

✓ **التحكم في أخطاء الرأس (HEC):** تستخدم آخر 5 بتات لتصحيح الأخطاء في Header.



(b) AAL2 cell format

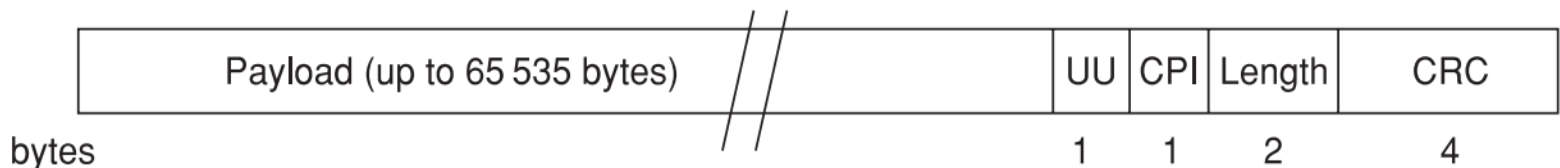
# ATM adaptation Layer (AAL)

## AAL5

- يستخدم بروتوكول AAL5 لنقل حركة البيانات التي تكون في الوقت غير الحقيقي.
- يفترض AAL5 أن جميع الخلايا التي تنتمي إلى رسالة واحدة تنتقل بالتتابع وأن وظائف التحكم مضمنة في الطبقات العليا من تطبيق الإرسال.

### ■ يتكون من الحقول الأربعة التالية:

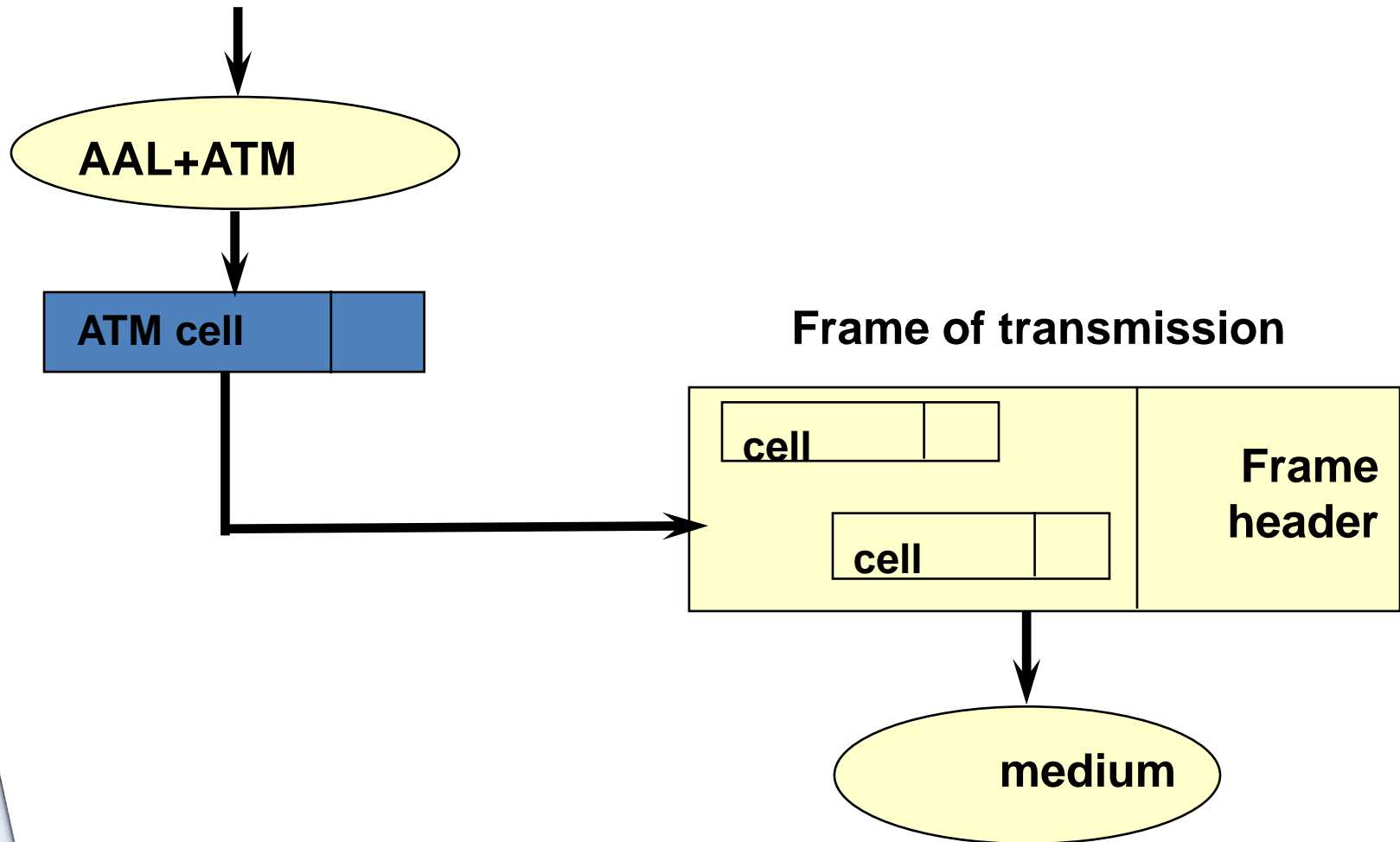
- مستخدم إلى مستخدم (User-to-user (UU: يستخدم هذا الحقل من قبل المستخدمين النهائيين في الطبقات العليا.
- معرف الجزء المشترك (Common part identifier (CPI: مخصص للاستخدام المستقبلي.
- الطول (Length (L: يشير حقل الطول إلى الحجم الحقيقي للحمولة باستثناء أي حشوة تمت إضافتها لجعل الإطار يصل إلى حجم 48 بايت.
- حقل اكتشاف الأخطاء CRC: آخر 4 بايت للتحكم في الأخطاء في وحدة البيانات بأكملها.



(c) AAL5 message format

# The Processing of Data

voice/video/data/picture



# ATM Layer

# ATM Layer

■ تعادل هذه الطبقة طبقة الشبكة في الشبكات الأخرى وتقوم بالوظائف التالية:

- ✓ إعداد وتوجيه الاتصالات والتبديل للخلايا: يتم تبديل الخلايا التي تدخل مبدل ATM الرئيسي بين الاتصالات الواردة والصادرة وفقاً لأرقام التعريف في Header.
- ✓ التحكم في الازدحام وإدارة حركة المرور.
- ✓ مشتركة بين جميع الخدمات التي توفر إمكانات نقل الحزم.
- ✓ تحدد نقل البيانات في خلايا ذات حجم ثابت.
- ✓ تحدد استخدام الدوائر المنطقية.

# Physical Layer

# Physical Layer

□ تنقسم الطبقة المادية إلى طبقتين فرعيتين:

## ▪ Transmission convergence sublayer

تتعامل الطبقة الفرعية لأندماج الإرسال مع المعالجة المادية للخلايا. قبل تعبئة الخلايا داخل هيكل الإطار الأساسي، يتم إجراء فحص للأخطاء. يتم إجراء فحص دوري للتكرار على Header مما يؤدي إلى تسلسل فحص 8 بت يتم إدخاله في حقل التحكم في أخطاء Header (HEC). في الطرف البعيد من الاتصال، يتم استخراج الخلايا من الإطار الأساسي ويتم إعادة حساب التحقق من الخطأ، وإذا لم يتم الحصول على تسلسل الفحص نفسه فمن المفترض أن يحتوي Header على أخطاء ويتم تجاهل الخلية بأكملها.

على عكس بروتوكولات الطبقة المادية الأخرى لا يوجد ترسيم بين الخلايا مثل العلامات المستخدمة في HDLC. يتم تحديد الخلية باستخدام آلية التحكم في أخطاء الرأس. يتم إجراء فحص الأخطاء بشكل مستمر على خلايا بيانات 53 بايت حتى يشير فحص الخطأ إلى عدم وجود أخطاء (أي أن بتات التحقق المستلمة تساوي بتات التحقق المعاد حسابها). في هذه المرحلة يُفترض أن الخلية المكونة من 53 بايت والتي تم فحصها للتو هي خلية كاملة. يتم تأكيد ذلك من خلال تكرار الفحص على عدة خلايا بيانات لاحقة ذات 53 بايت. إذا كانت جميع عمليات التحقق جيدة، فمن المفترض أن ترسيم الخلايا قد تم تحقيقه ومن ذلك الحين فصاعدًا تظهر بداية الخلايا ونهايتها لنظام الإرسال.

## ▪ Physical medium dependent sublayer

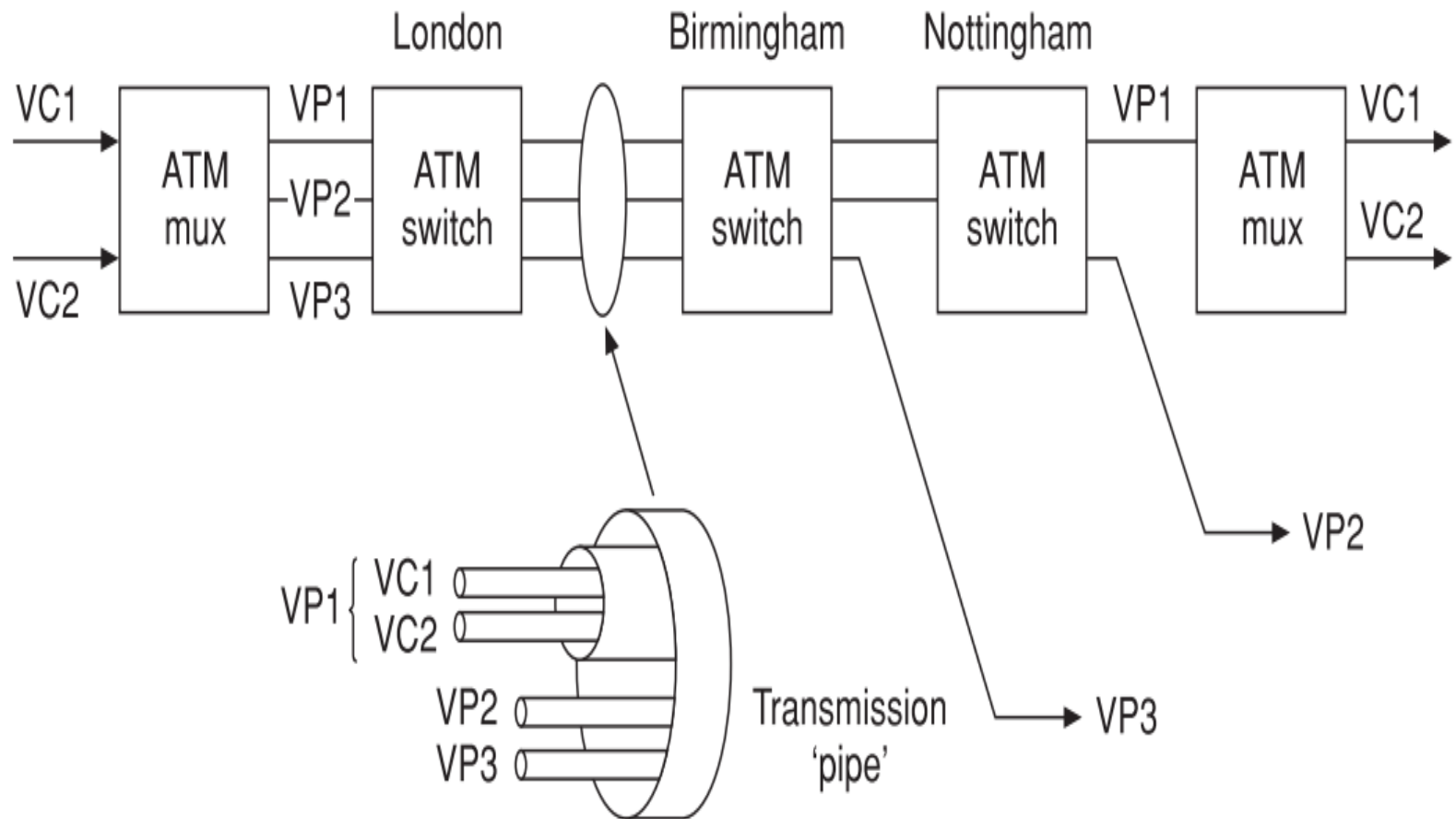
تقوم الطبقة الفرعية المادية التابعة للوسط بوضع خلايا ATM على الكيبل المادي أو الألياف ويتعامل مع توقيت البت.



# ATM cell header

- يتم تمييز خلايا ATM المتعددة على كابل أو ليف واحد عن بعضها البعض عن طريق المسار الظاهري virtual path ومعرفات القناة الافتراضية virtual channel identifiers الموجودة في Header.
- يوضح الشكل التالي العلاقة بين المسارات الافتراضية (VP) والقنوات الافتراضية (VC) وكيف يمكن أن يوجد عدد منها عبر نفس "link" الإرسال.
- يتكون المسار الظاهري VP من عدد من القنوات الافتراضية، لكل منها نفس نقاط النهاية.
- يتم استخدام أرقام المسار والقنوات لتبديل الخلايا بين الواجهات الواردة والصادرة لمبدل ATM.
- تعتبر اتصالات القناة الافتراضية (vcc) واتصالات المسار الظاهري (vpc)، والتي تعد العناصر الأساسية لدائرة ATM اتصالات ثنائية الاتجاه.

# Virtual paths and channels



# Virtual paths and channels

*First we have the cable...*



*Next, ATM Addressing Defines Paths...*

• VP's



*Then Channels.*

VC's



# Virtual paths and channels



- VPI: Virtual Path Identifier
  - 4,096 at NNI and 256 at UNI
- VCI: Virtual Channel Identifier
  - 65,536
- Both used to route cells through network
  - *Unique on link-by-link basis*
  - *Interpreted at each switch*

# ATM cell header

□ يختلف هيكل ATM Header اختلافاً بسيطاً اعتماداً على ما إذا كان يدخل الشبكة من جهاز المستخدم النهائي (واجهة شبكة المستخدم UNI)، أو ما إذا كان في قلب الشبكة يمر بين مبدلين عبر واجهة شبكة - شبكة (NNI).

□ يتكون حقل Header من الحقول التالية:

■ **حقل التحكم في التدفق العام (GFC) Generic flow control:**

- ✓ يوفر حقل GFC المكون من 4 بتات التحكم في التدفق على مستوى UNI.
- ✓ قرر ITU أن هذا المستوى من التحكم في التدفق ليس ضرورياً على مستوى NNI.
- ✓ في NNI Header تتم إضافة هذه البتات إلى VPI.
- ✓ يسمح VPI الأطول بتحديد المزيد من المسارات الافتراضية على مستوى NNI.

# ATM cell header

## ■ حقل معرف المسار الظاهري Virtual path identifier (VPI):

- ✓ يستخدم لتبديل الخلايا عبر مسار افتراضي.
- ✓ يتكون من 8 بت في UNI و 12 بت في NNI.
- ✓ يمكن تحديد ما يصل إلى 256 مسارًا افتراضيًا في واجهة المستخدم وما يصل إلى 4096 مسارًا افتراضيًا في واجهة الشبكة.
- ✓ لا يمكن استخدام المسار 0 كمسار كامل لأن القنوات من 1 إلى 31 في المسار 0 محجوزة لوظائف التحكم مثل إرسال الإشارات.

## ■ معرف القناة الافتراضية (VCI) Virtual channel identifier:

- ✓ يحدد قناة افتراضية معينة داخل المسار.
- ✓ نظرًا لأن حقل VC يحتوي على 16 بت، فإن ما يصل إلى 65536 قناة متاحة من حيث المبدأ في كل مسار.

# ATM cell header

## ■ معرف نوع الحمولة (PTI) Payload type identifier:

✓ يشير إلى نوع البيانات في الخلية، على سبيل المثال خلايا التشغيل والصيانة (OAM) أو خلايا البيانات.

## ■ أولوية فقدان الخلية (CLP) Cell loss priority:

✓ هناك دائماً احتمال حدوث ازدحام في الشبكة، ربما نتيجة لفشل الاتصال.  
✓ تُستخدم بت CLP المفردة، والتي تُماثل بت أهلية التخلص في Frame Relay، للإشارة إلى ما إذا كان يمكن إهمال خلية لصالح خلية أخرى أم لا من أجل تخفيف الازدحام.

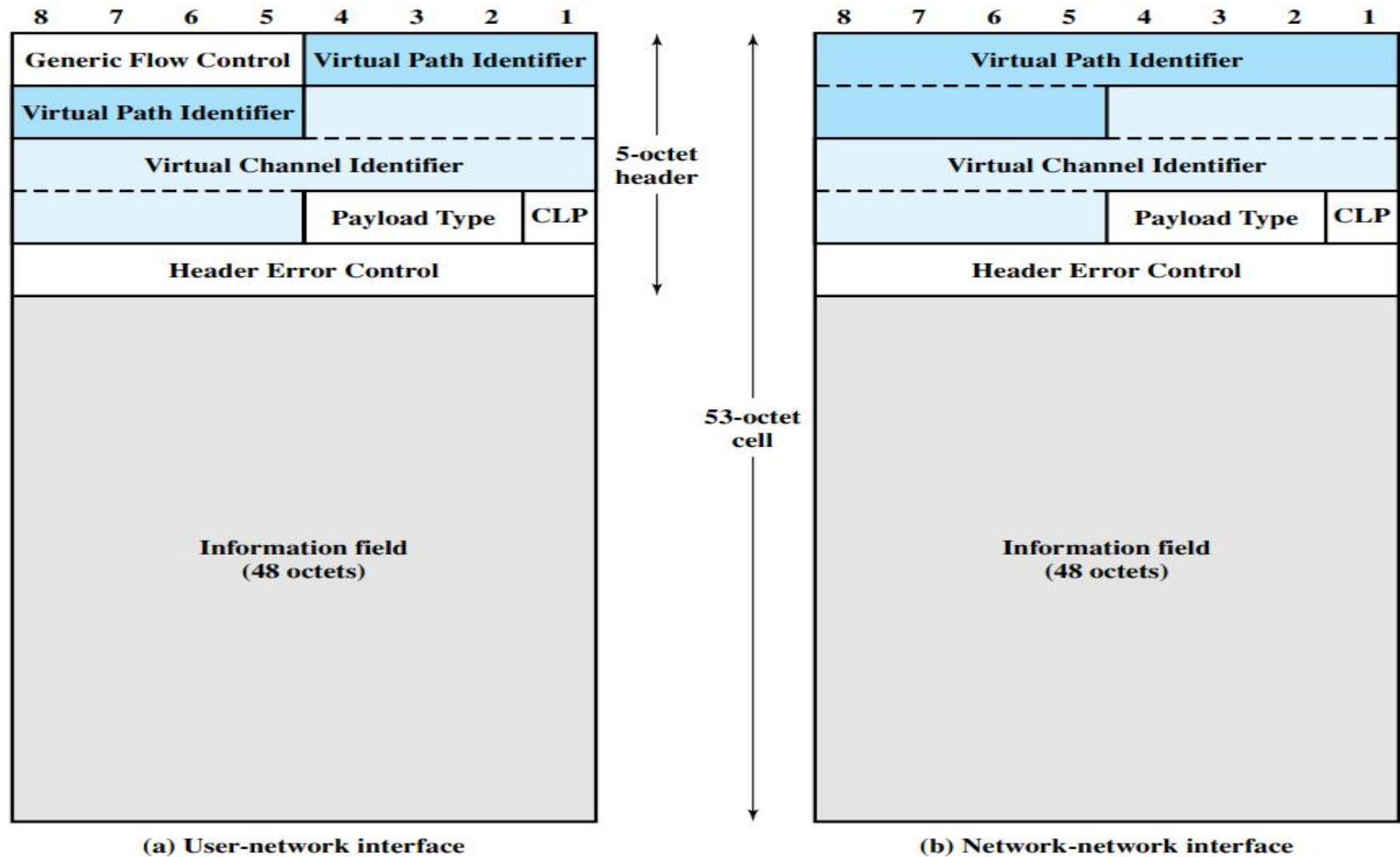
✓ تشير القيمة 1 إلى أن الخلية لها أولوية أقل وسيتم تجاهلها قبل تعيين خلية مع CLP على 0.

## ■ التحكم في أخطاء الرأس (HEC) Header error control:

✓ يحتوي على 8 بتات فحص تُستخدم لفحص الرأس.  
✓ لا يتم فحص حمولة خلية ATM بحثاً عن أخطاء، باستثناء خلايا OAM.



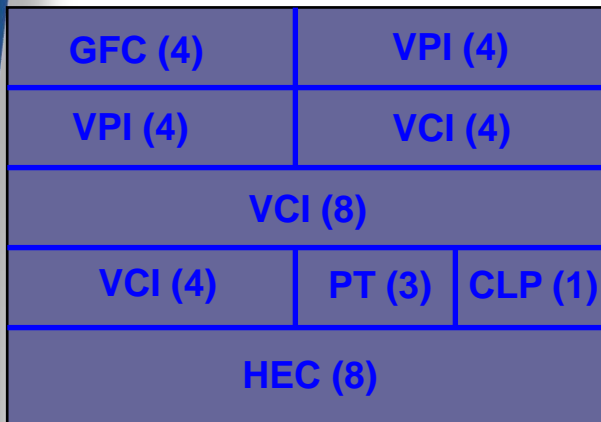
# ATM cell header



**Figure 11.4** ATM Cell Format



# ATM cell header



48 byte payload

**GFC:** Generic flow control

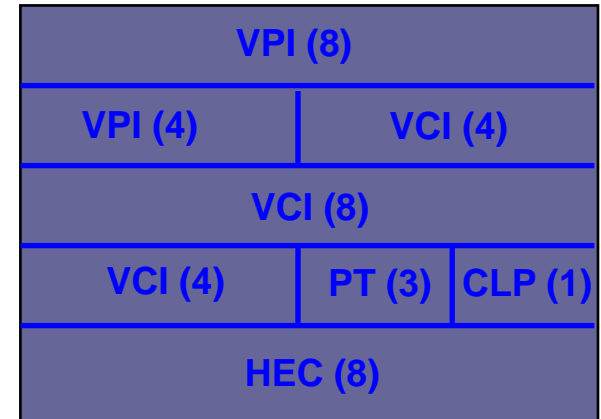
**PT:** Payload type

**CLP:** Cell loss priority

**HEC:** Header error control

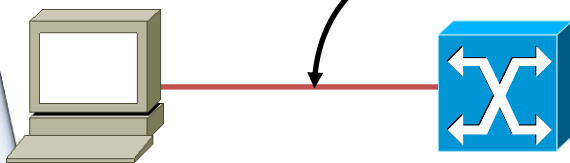
**VPI:** Virtual path identifier

**VCI:** Virtual channel identifier

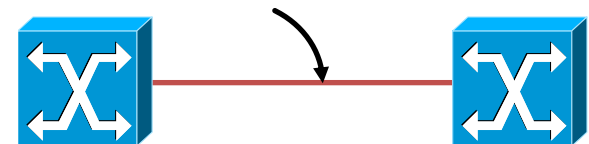


48 byte payload

**ATM UNI cells**



**ATM NNI cells**



# Virtual connections

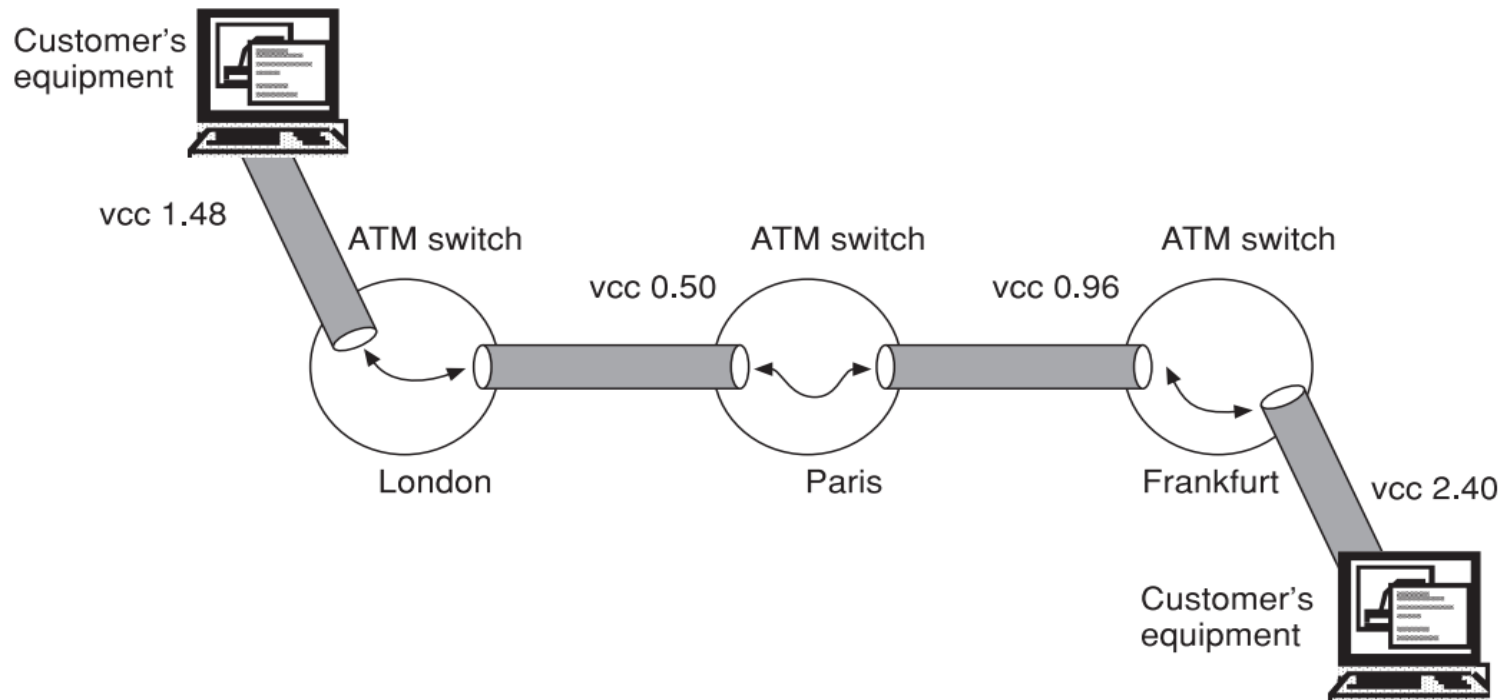
□ ATM تقنية موجهة للاتصال مثل X.25 و Frame Relay وتتضمن اتصالات يتم إعدادها قبل تدفق حركة المرور.

□ هناك ثلاثة أنواع من الاتصال الافتراضي الممكن في ATM:

- الدوائر الافتراضية الدائمة (PVC)
- الدوائر الافتراضية الدائمة الناعمة (SPVCs)
- الدوائر الافتراضية المبدلة (SVCs)

# Permanent virtual circuits

- ✓ يتم إعداد الدوائر الافتراضية الدائمة PVC يدويًا بواسطة شركة الاتصالات بناءً على طلب العميل ويمكن أن تظل في مكانها عادةً لأشهر أو حتى سنوات.
- ✓ هذه هي الطريقة التي تدير بها شركات الهاتف وموفرو الشبكات الآخرون شبكاتهم بشكل تقليدي، بما في ذلك X.25 و Frame Relay، مع عمل PVC كمكافئ للخط المؤجر.
- ✓ من الناحية النظرية من السهل إعداد ATM PVC كما يوضح الشكل التالي.

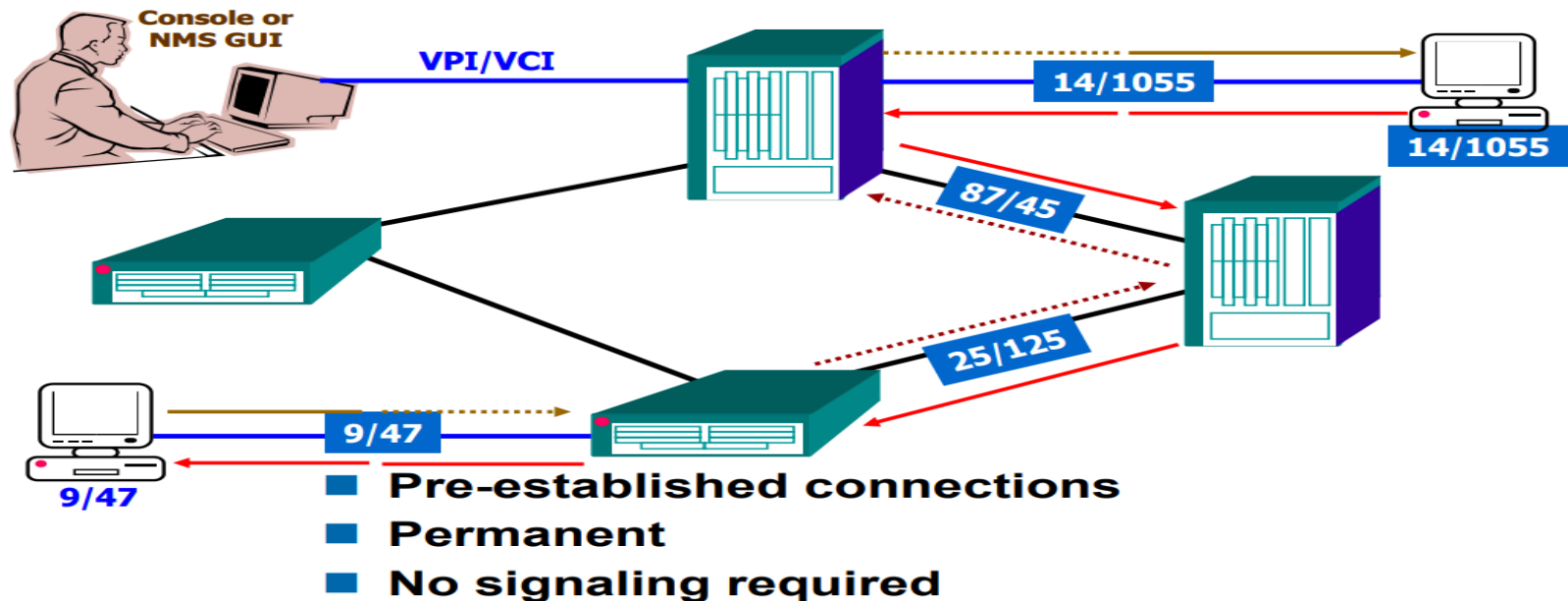


# Permanent virtual circuits

## عيوب PVCs:

- يجب إعداد كل قفزة يدويًا (يمكن أن يكون هناك عشرات القفزات).
- في حالة فشل أي رابط على طول مسار PVC، فسيتم فصل PVC.
- لإعادة إنشاء PVC، يجب اختيار مسار بديل وإعداده يدويًا مرة أخرى. بالنظر إلى أنه في الشبكات الكبيرة، ستفشل الروابط بين العقد حتمًا على أساس منتظم إلى حد ما، فإن هذا العيب الأخير يكون أكثر خطورة.

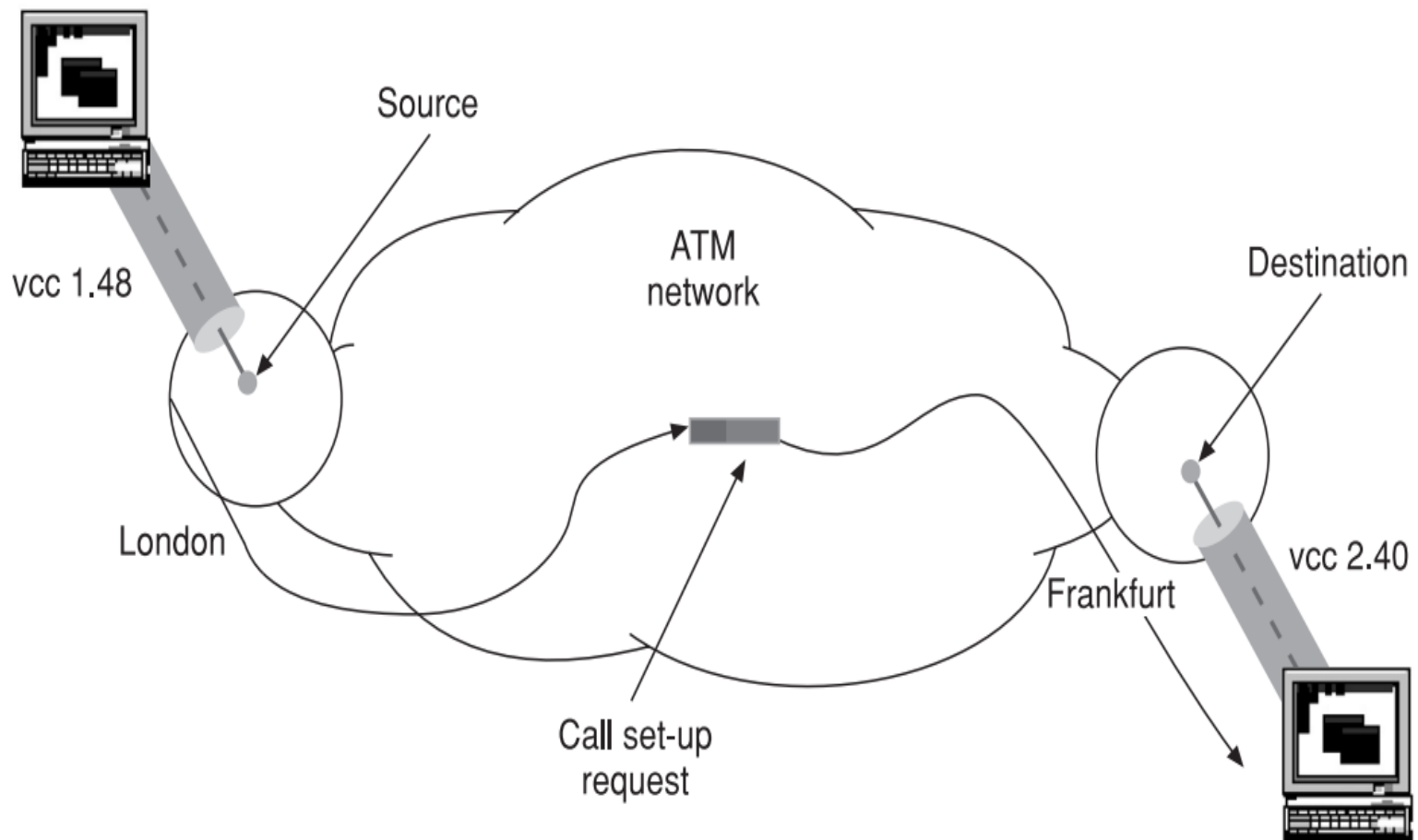
## PVC - Manual Set Up



# Soft permanent virtual circuits

- ✓ تهدف SPVCs إلى التغلب على عيوب PVCs المذكورة أعلاه.
- ✓ لا تزال اتصالات دائمة من حيث أنها ستبقى عادةً في مكانها لعدة أشهر، لكن إعدادها أسهل إلى حد كبير.
- ✓ عادةً ما يتم إعدادها في مبدل المصدر فقط ويتم إنشاء باقي الدائرة ديناميكيًا باستخدام الإشارات، والتي تم تعريف أحدث إصدار منها في معيار ITU-T standard Q.2931.
- ✓ يتم تحديد قيم المصدر والوجهة vccs مسبقًا ويتم نقل الأخير عبر الشبكة في طلب إعداد الاتصال عبر قناة تأشير مع معلومات أخرى مثل عرض النطاق المطلوب، كما يوضح الشكل التالي.
- ✓ يعرف منتدى ATM 0.5 vcc كقناة إشارات، ويجب أن تكون هذه القناة موجودة على روابط بين العقد قبل إعداد SPVC. عادةً ما يتم تحسين مسار الدائرة ويتم تحديده تلقائيًا.
- ✓ بالإضافة إلى كونها أبسط من إعداد PVCs، تتمتع SPVCs بميزة إضافية وهي أنها ستعيد تأسيسها تلقائيًا في حالة فشل الاتصال.

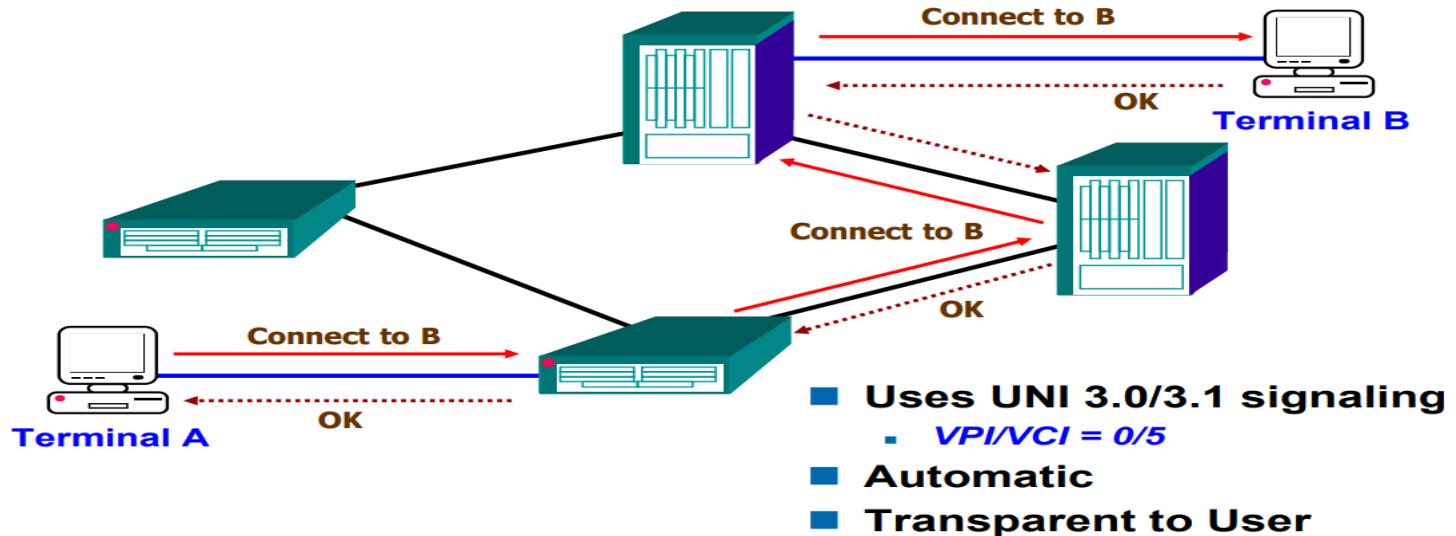
# Soft permanent virtual circuits



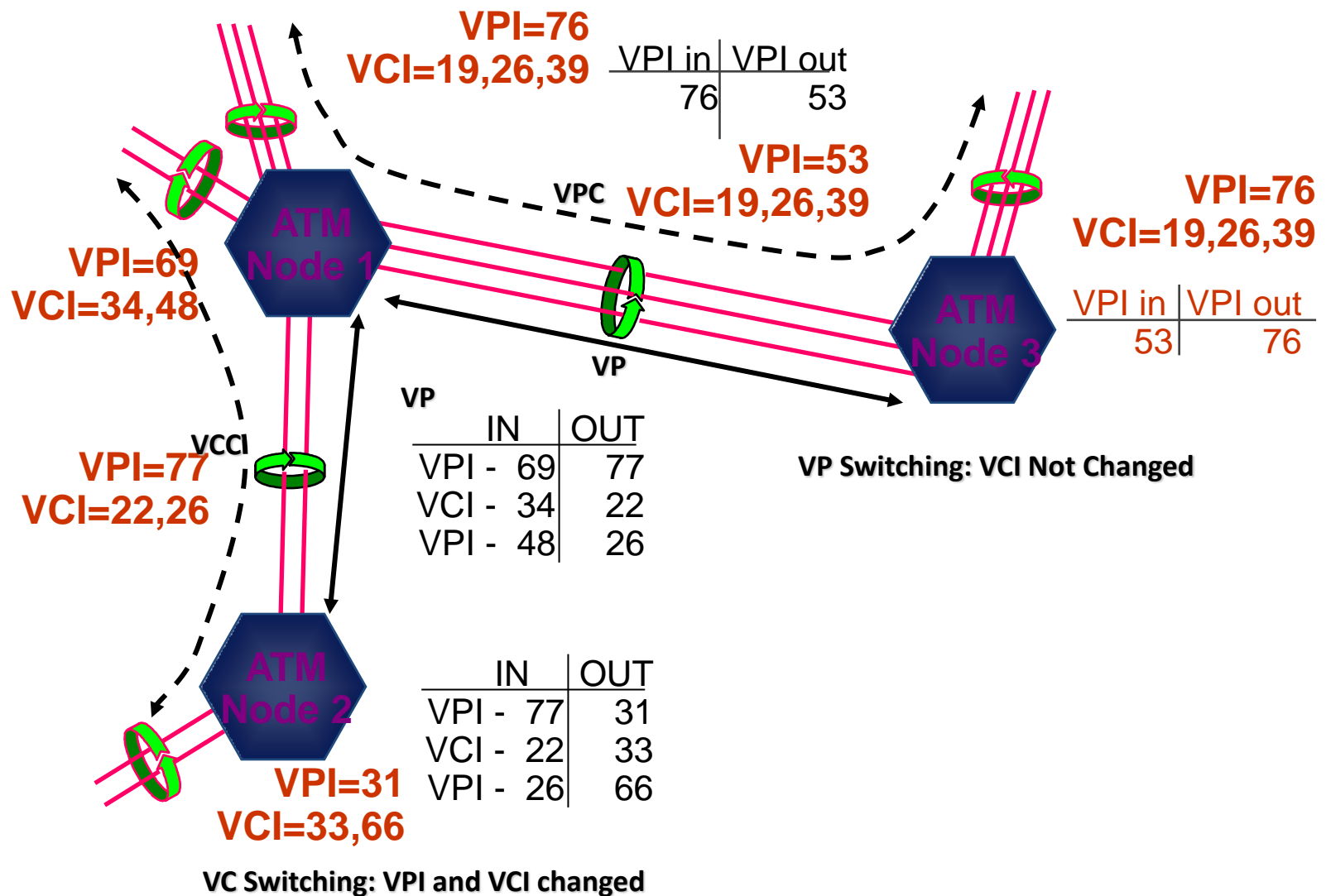
# Switched virtual circuits

- ✓ على عكس PVCs و SPVCs، تمتلك SVCs معدات العميل كمصدر ووجهة.
- ✓ يمكن للعملاء إعداد الدوائر وإنهاءها عند الطلب باستخدام قناة إشارات 0,5 vcc ، بطريقة مماثلة لإجراء مكالمة هاتفية.
- ✓ حتى وقتنا الحاضر مازال مشغلو الشبكات نادرا يقدمون SVCs للعملاء، ربما لأن مسؤولية إعداد الدوائر ستنتقل من المشغل إلى العملاء. على الرغم من أن طريقة العمل هذه هي القاعدة في اتصالات الهاتف، إلا أنها منطقة غير مألوفة في عالم المشغل لدوائر البيانات عالية السرعة.

## SVC - Automatic Set Up

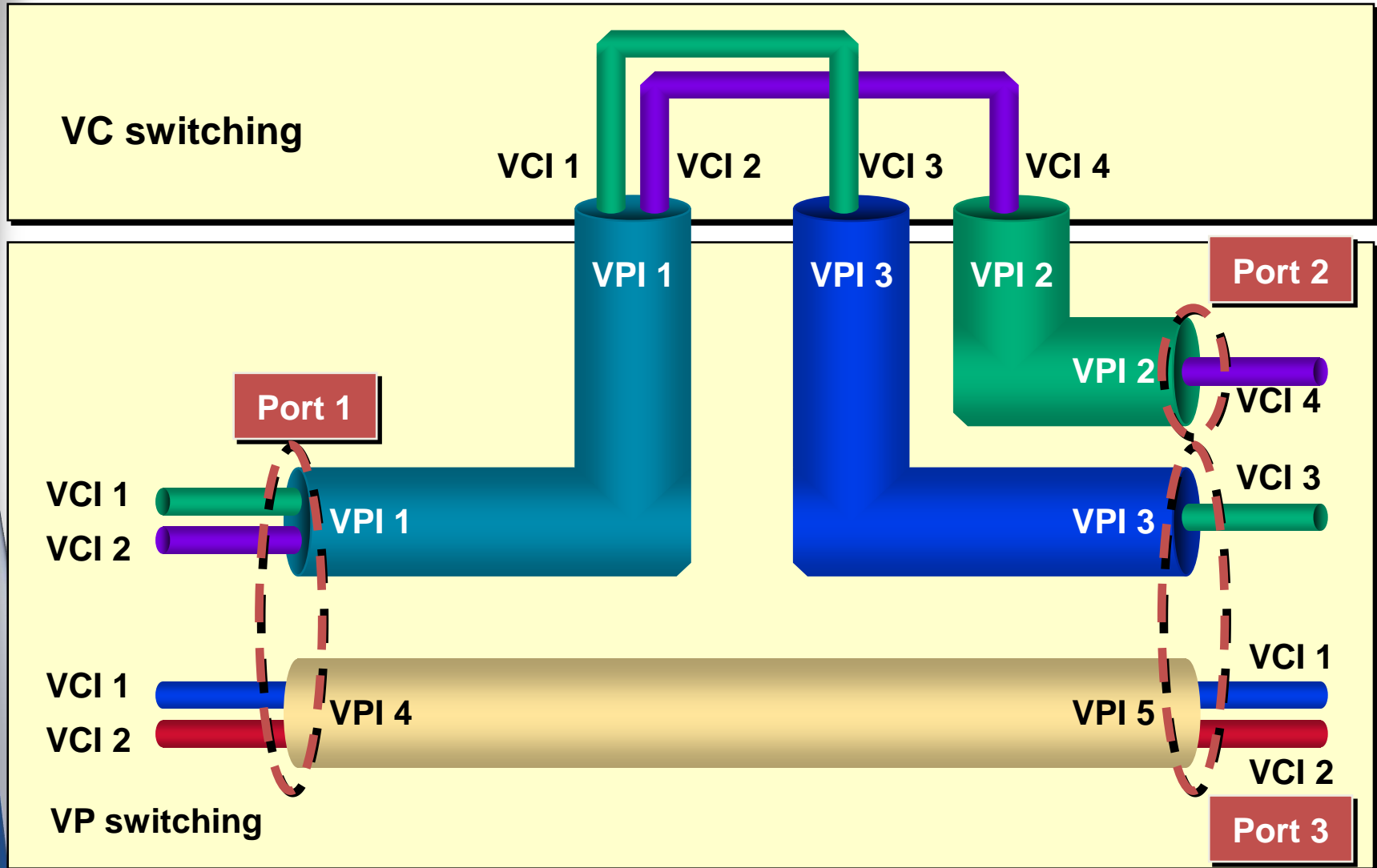


# ATM Virtual Connections

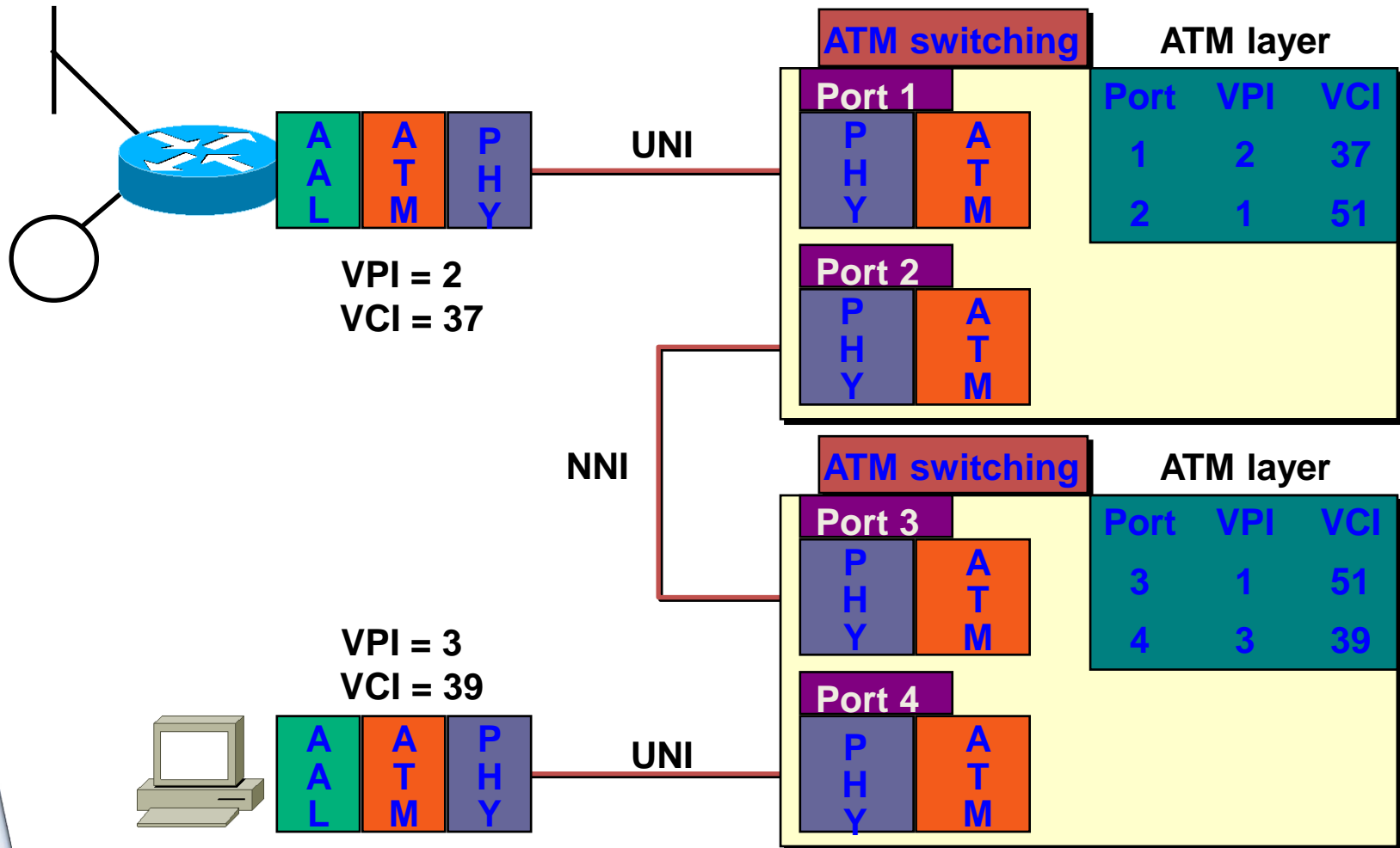




# VP Switching and VC Switching



# ATM Switching



# ATM service categories

- تم تصنيف خدمات ATM من حيث متطلبات الأنواع المختلفة لحركة المرور التي تعبر الشبكة.
- توفر ATM كلاً من الخدمات في الوقت الفعلي وغير الفعلي.
- يمكن للشبكة القائمة على ATM أن تدعم نطاقاً واسعاً من الحركة، بما في ذلك تدفقات TDM المتزامنة مثل T1، باستخدام خدمة معدل البتات الثابت؛ صوت وفيديو مضغوط، باستخدام خدمة معدل البت المتغير في الوقت الحقيقي؛ حركة المرور مع متطلبات جودة الخدمة المحددة، باستخدام خدمة في الوقت غير الحقيقي؛ وحركة المرور القائمة على IP باستخدام معدل البتات المتاح ومعدل البت غير المحدد وخدمات معدل الإطارات المضمون.
- يصنف منتدى ATM الأنواع التالية من فئة الخدمات التي تقدمها الشبكة:
  - ✓ معدل بت ثابت (CBR) Constant bit rate
  - ✓ معدل البت المتغير في الوقت الحقيقي (RTVBR) Real-time variable bit rate
  - ✓ معدل بت متغير غير فوري (NRTVBR) Non-real-time variable bit rate
  - ✓ معدل البت المتاح (ABR) Available bit rate
  - ✓ معدل بت غير محدد (UBR) Unspecified bit rate

# ATM service categories

## معدل بت ثابت (CBR) Constant bit rate

هذه الفئة مخصصة لتيار بتات بفواصل زمنية ثابتة بين الخلايا مثل التي يمكن الحصول عليها عن طريق تكييف دوائر PDH بمعدلات 2.048 ميجابت في الثانية (E1) أو 34 ميجابت في الثانية (E3). تحتوي هذه الدوائر على فترات زمنية ثابتة ولها متطلبات توقيت صارمة. كما أنها مناسبة لتدفقات بتات الصوت والفيديو بمعدل ثابت.

## ■ معدل البت المتغير في الوقت الحقيقي Real-time variable bit rate (RTVBR)

غالبًا ما يتم إرسال حركة مرور الصوت والفيديو بعد ضغطها، مما يؤدي إلى تدفق VBR والذي لا يزال مع ذلك يتطلب متطلبات توقيت. ينتج الفيديو المضغوط، على وجه الخصوص معدلات بت متباينة على نطاق واسع نتيجة للطريقة التي يعمل بها الضغط، مع إطار فيديو كامل غالبًا ما يتبعه اختلافات فقط بين الإطارات المتتالية.

# ATM service categories

## ■ معدل بت متغير غير فوري Non-real-time variable bit rate (NRTVBR)

تحتوي العديد من أنواع نقل البيانات على VBR دون أي متطلبات توقيت صارمة. تتضمن هذه الفئة عمليات نقل الملفات وحركة مرور IP. نظرًا لأن شبكات WAN غالبًا ما تستخدم نواة ATM، فإن هذه الفئة تشمل أيضًا حركة مرور بروتوكولات WAN الأخرى مثل Frame Relay الذي يتم نقله عبر ATM.

## ■ معدل البت المتاح Available bit rate (ABR)

هذه هي فئة الخدمة الأكثر تعقيدًا التي يجب تنفيذها لأنها تتضمن التفاوض بين المستخدم والشبكة. إنه مخصص للمستخدمين الذين لديهم متطلبات حركة مرور تختلف اختلافًا كبيرًا ومستعدين لأخذ عرض النطاق الترددي فقط عندما يكون متاحًا. في أوقات الاستخدام المكثف للشبكة، سيتم تخصيص نطاق ترددي ضئيل أو معدوم لهؤلاء العملاء. حتى وقتنا الحاضر لم يتم تنفيذ فئة الخدمة هذه على نطاق واسع في سيناريو WAN.

# ATM service categories

## ■ معدل بت غير محدد (UBR) Unspecified bit rate

✓ فئة الخدمة النهائية لها الأولوية الدنيا ولا تقدم أي ضمانات للمستخدمين حول ما إذا كان سيتم تسليم حركة المرور أم لا.

✓ يتم قبول خلايا UBR في شبكة دون سؤال، ولكن عند أول إشارة لأي ازدحام سيتم التخلص منها.

✓ تتناسب رسائل البريد الإلكتروني وأنواع معينة من حركة مرور IP مع فئة UBR نظرًا لأن IP لا يقدم أي وعود بشأن التسليم.

✓ من أجل جعل UBR جذابًا للعملاء، من المرجح أن يجعل مزودو الشبكات الخدمة أرخص من فئات الخدمة الأخرى.